

明 細 書

充電装置

本願は、2003年10月29日に出願された特願2003-368952号に対し優先権を主張し、その内容をここに援用する。

技術分野

本発明は、複数の二次電池が直列接続された組電池において、各二次電池の充電をバランス良く実行させる二次電池の充電装置に関する。

背景技術

通信装置のバックアップ用電源等をはじめとする種々の用途で、複数個の二次電池が直列接続されて組電池として使用されている。しかし、二次電池は製造直後でも個々の電池の特性にバラツキが有り、また、使用期間が長くなり電池の劣化が進行すると、この様なバラツキが拡大され電圧差等となって現れてくる状況にある。

ところで、近年、電源システムにおける蓄電池部の小型化・軽量化の要求が高まりつつあり、エネルギー密度の高いリチウムイオン電池の適用の動きがある。このリチウムイオン二次電池では、充電電圧が各リチウムイオン電池当たり4.1V～4.2V、放電終止電圧が2.9V～3.0Vという値に設定して使用される。これは、高い電圧で充電したり、低い電圧で放電すると、二次電池を形成する電極材や電解質が化学変化を起こし、二次電池としての性能が低下するためである。したがって、リチウムイオン二次電池は、放電終止電圧および充電完了電圧を厳密に設定する必要がある。しかし、リチウムイオン二次電池では、直列接続された組電池を構成すると各電池の端子電圧にバラツキが発生しやすく、一旦、バラツキが生じるとそれらの電圧バラツキが次第に大きくなっていく現象があり、このような事象が進行すると各電池の寿命や組電池の放電性能に大きく影響することになる。

一方、電源システムに組電池を組み込んで使用する場合、組電池容量の維持が必要であり、二次電池の特性や電源システムの構成を考慮して種々の充電方式が採用される。通信用の直流供給電源では鉛蓄電池が主流であり、維持充電は定電流定電圧充電法が採用されている。この方式では、整流器出力に負荷と蓄電池が並列に接続されている。このため、整流器の故障や商用電源の停電の際には瞬時に蓄電池放電に切り替える事ができる。また、停電が回復した際には負荷への電力供給と蓄電池充電とを並行して実施可能であり、基本的に、蓄電池の容量維持は整流器の出力電圧の監理によって実行できるという利点がある。

この定電流定電圧充電法は、リチウムイオン二次電池の充電にも適しており、充電方式の点で通信用にも適した電池といえる。しかし、リチウムイオン二次電池を直列接続して使用する場合、全ての電池の容量あるいは内部抵抗が常に同じであればバランス良く充電できる。しかしながら、実際には、電池の容量あるいは内部抵抗には若干のばらつきが存在する。更に、初期において同じ内部特性であったとしてもトリクル充電またはフロート充電により、時間が経過していくと電池の内部特性が変化し、電池の容量および内部抵抗も変化する。そのため、従来の二次電池の充電には個々の電池電圧の計測手段を設け、電池電圧が所定の値を越えると警報信号を発生したり、充放電を禁止するなどの方法をとってきた。しかしながら、この方法では、充電の進行が阻害され、電池の性能を十分に発揮できないという大きな問題があった。

また、定電流定電圧充電法で維持される組電池において、各電池のセル電圧を抑制するための部品を取り付ける事も考えられる。しかし、単に、セル電圧抑制部品を装着しただけでは、各電池の内部状態が異なる場合に、放電後の回復充電時に各電池の充電状態に差が生じる。この結果、一定の充電電流が流れている状況下で、ある電池の充電が完了しても、別の電池は充電中であり、電圧抑制のためのバイパス電流が大きな値となり、部品が大きくなったり価格が高くなる、等の問題がありこの方法は実用化には到っていない

なお、組電池を充電する充電装置として、本出願人は先に日本国特開 2 0 0 3 - 1 5 7 9 0 8 号公報に記載される発明を出願している。

発明の開示

本発明は上記事情を考慮してなされたもので、その目的は、複数個の二次電池が直列接続された組電池において、各二次電池間の電圧バラツキを抑制してバランスをとりつつ充電することができる二次電池の充電装置を提供することにある。

この発明は上記の課題を解決するためになされたもので、本発明の第1の態様によると、複数の二次電池を直列接続した組電池と、前記複数の二次電池を直列接続した組電池の両端へ充電電流を供給する充電電源部と、前記複数の二次電池の各二次電池の両端に接続された複数の充電制御部と、を具備し、前記充電電源部は、前記組電池へ充電電流を出力する充電電流出力部と、前記充電制御部からのバイパス電流の通知に基づいて前記充電電流出力部の電流を制御する制御手段と、を具備し、前記複数の充電制御部の各々は、前記二次電池の端子電圧が予め設定された電圧値に達した際、該二次電池に流れていた電流をバイパスさせる電流制御手段と、前記充電電源部の制御手段へ前記バイパス電流を通知する通知手段と、を具備する充電装置を提供する。

本発明の第2の態様によると、上記の充電装置において、前記充電電流出力部は、定電流充電方式による電源である。

本発明の第3の態様によると、上記の充電装置において、前記制御手段は、前記複数の充電制御部から通知された複数のバイパス電流の内の最小の電流がほぼ「0」になるように前記充電電流出力部の出力電流を制御する。

本発明の第4の態様によると、上記の充電装置において、前記制御手段は、前記複数の充電制御部から通知された複数のバイパス電流が予め設定された許容バイパス電流値以上であった場合に、該複数のバイパス電流が該許容バイパス電流値以下となるように前記充電電流出力部の出力電流を制御する。

本発明の第5の態様によると、上記の充電装置において、前記通知手段は、前記バイパス電流と共に前記二次電池の両端電圧を前記充電電源部の前記制御手段へ通知し、前記制御手段は、前記二次電池の前記両端電圧が設定値よりも低い場合、前記充電電流出力部の出力電流を増加させる。

本発明の第6の態様によると、上記の充電装置において、前記電流制御手段は、充電開始時点において前記二次電池の両端電圧が所定電圧以上であった場合に、

前記二次電池の前記両端電圧が該所定電圧まで低下するように前記二次電池を放電させる。

図面の簡単な説明

図 1 は、この発明の一実施形態による充電装置の構成を示すブロック図である。

図 2 は、図 1 における充電電源部 100 の構成を示すブロック図である。

図 3 は、図 1 における充電制御部 200-1、200-2・・・200-N の構成を示すブロック図である。

図 4 は、図 1 に示す充電装置を用いた直流電源供給回路の構成例を示すブロック図である。

図 5 は、図 1 に示す充電装置を用いた交流電源供給回路の構成例を示すブロック図である。

図 6 A-B は、図 1 における二次電池 50-1、50-2・・・50-N の端子電圧を示すグラフである。

図 7 A-B は、図 1 における二次電池 50-1、50-2・・・50-N のバイパス電流を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照しつつ、本発明の好適な実施例について説明する。ただし、本発明は以下の各実施例に限定されるものではなく、例えばこれら実施例の構成要素同士を適宜組み合わせてもよい。

以下、図面を参照し、この発明の実施の形態について説明する。図 1 はこの発明の一実施の形態による充電装置の構成を示すブロック図である。図 2 は図 1 に記載された充電電源部 100 の構成を示すブロック図、図 3 は図 1 に記載された充電制御部 200-1、200-2・・・200-N の構成を示すブロック図である。また、図 4、図 5 は各々本実施形態の充電装置を適用した電源システムの構成例を示すブロック図であり、図 4 は負荷に直流電源を供給する一般の通信用電源システムを示す図、また、図 5 は交流入力によって動作する機器に交流電力を無瞬断で供給する電源システムを示す図である。図 5 の電源システムとして、

具体的にはUPSがある。

図4において、直流電源装置70の出力側に、複数個の二次電池50—1, 50—2、・・・50—Nが直列接続された組電池500が負荷60と並列に接続されており、これによって停電が発生しても無瞬断で負荷60に電力を供給できるようになっている。そして、組電池500には、二次電池50—1, 50—2・・・50—Nを充電するための充電手段である充電電源部100が接続されている。この場合、正極側充電線105が組電池500の正極端子10に、また、負極側充電線106が組電池500の負極端子11に接続されている。また、個々の二次電池50には各々、充電制御部200—1、200—2、・・・200—Nが接続され、各充電制御部200の出力が共に通信線110によって充電電源部100に接続されている。

また、図5は交流供給電源システムであり、本実施形態による充電装置を備えた組電池500が直流スイッチ91を介して電力供給系統に接続されており、商用電源の停電等の際には組電池500から蓄電池放電が行われ、インバータ92で交流に変換された後、無瞬断で負荷60に供給される。

以下、図2～図4を用いてこの実施形態による充電装置の動作を説明する。

<充電動作の起動手順>

充電動作を開始するには、全ての二次電池50—1, 50—2・・・50—Nの電池電圧が充電完了電圧より低い電圧値であることが必要である。これらの状態把握は、充電電源部100のマイクロコントローラ101から初期化信号を各充電制御部200の各マイクロコントローラ201に送信することで行われる。信号を受信した各マイクロコントローラ201は、まず、制御停止信号214を停止状態に設定し、制御スイッチ204を開放状態とする。これにより、トランジスタ205が開状態となる。この状態において、マイクロコントローラ201は、正極入力端子208と負極入力端子209と間の差電圧を電池電圧検出増幅器202を介してマイクロコントローラ201に内蔵されているAD変換器(図示なし)でデジタル情報に変換し、マイクロコントローラ101へ送信する。電圧情報を受信したマイクロコントローラ101は、該複数の電圧情報から最大電圧と最小電圧を抽出し、最大電圧と最小電圧の差を演算し、所定の電圧差許容量

(例えば 10 mV) 以下であれば、次に説明する電池電圧均一過程をスキップして充電動作第 2 段階を開始する。

<電池電圧均一過程>

上述した最大電圧と最小電圧との差電圧が前記電圧差許容値以上である場合には、マイクロコントローラ 101 は、最小電圧値 V_{S1} と均一化信号を全ての充電制御部 200-1、200-2、...、200-N へ送信する。均一化信号を受信した各充電制御部 200-1、200-2、...、200-N は、正極入力端子 208 と負極入力端子 209 間の電圧を計測し、該計測電圧値 V_{M1} をマイクロコントローラ 201 内のレジスタ V_{C1} (図示なし) に置数し、このレジスタ V_{C1} の値を DA コンバータによってアナログ電圧に変換し、端子 211 から誤差増幅器 203 の負極入力端子へ出力する。このとき、誤差増幅器 203 の正極入力端子には計測されたと同等の電圧が印加されているから誤差増幅器 203 の出力電圧は概ね 0 である。ここで、制御停止信号 214 を動作状態に変更して、制御スイッチ 204 を閉鎖状態にする。この状態では、誤差増幅器 203 の出力はほぼ 0 であり、電流バイパス用トランジスタ 205 に電流はほとんど流れない。

次に、マイクロコントローラ 201 はレジスタ V_{C1} の値を微小に減少させるとともに、分流抵抗器 207 に生じる電圧を電流増幅器 206 で増幅し、マイクロコントローラ 201 に内蔵された AD コンバータでデジタル情報に変換することで分流抵抗器 207 に流れる電流を継続的に計測する。そして、該電流値が所定の最大バイパス電流を超えないようにレジスタ V_{C1} を制御する。この動作状況では、該充電制御部 200 が接続されている二次電池 50 は放電状態であり、電池電圧は低下してくる。レジスタ V_{C1} の示す電圧値がマイクロコントローラ 101 から送られてきた設定値 V_{S1} に達したらレジスタ V_{C1} の値の減少を中止し、分流抵抗器 207 を流れる電流が所定値以下になったら、均一化終了信号をマイクロコントローラ 101 に送信する。

<充電動作第 2 段階>

全ての充電制御部 200 から均一化終了信号がマイクロコントローラ 101 に送られてきた後、マイクロコントローラ 101 は充電完了電圧および充電開始信号を各充電制御部 200-1、200-2、...、200-N へ送信する。次に、

所定の電流値を定電流電源 102 に設定する。充電完了電圧および充電開始信号を受けた各充電制御部 200 の各マイクロコントローラ 201 は、充電完了電圧をバイパス開始電圧としてマイクロコントローラ 201 に内蔵された DA コンバータに設定する。DA コンバータは充電完了電圧をアナログ電圧に変換し、誤差増幅器 203 へ出力する。次に、マイクロコントローラ 201 は、制御停止信号 214 を動作状態に設定し、制御スイッチ 204 を閉鎖状態にする。

これによって、充電制御動作が開始される。

すなわち、二次電池 50 の電池電圧が充電完了電圧に達すると、電池電圧をさらに増加させようとする余分な電流をトランジスタ 205 および抵抗 207 のルートでバイパスさせることで、電池電圧の過昇を防止する。また、全ての二次電池 50 に接続された充電制御部 200 にバイパス電流が流れ始めると、これらバイパス電流の最小値分だけ、充電電源部 100 からの充電電流を減少させる。さらに、二次電池 50 の充電が満充電に近づくと、二次電池 50 に流れる電流、充電制御部 200 でのバイパス電流とも 0 に近づくが、自己放電などにより、電池電圧が減少した場合、再度、充電電流を供給する定電流電源 102 の設定値を増加させ、再度、上記のバイパス動作を行う。これにより、常に、各二次電池 50 を満充電状態に保つことができる。

この充電制御動作を図 6 A, 6 B を参照して説明する。組電池 500 の充電を充電制御部 200 を使用しないで行くと、図 6 A に示すようにセル電圧にバラツキが生じる。一方、充電制御部 200 を使用することにより、二次電池 50 の電圧は、充電完了電圧に近づくと、二次電池 50 に流れている電流の一部を充電制御部 200 の正極入力端子 208 から負極入力端子 209 に流すように動作し（二次電池 50 に流れる電流を減少させるように作用）、図 6 B に示すように二次電池の電池電圧は概ね一定になる。ここでは、単電池容量 1000 mAh のリチウムイオン二次電池の組電池 500 を使用し、充電電源部 100 からの定電流値を 1 A、充電完了電圧 4.1 V、バイパス電流 Max 0.5 A の条件で動作させている。

このように、それまで定電流で充電されていた二次電池 50 が、充電完了電圧に近づくと二次電池 50 に流れ込む電流が減衰するため、定電圧で充電されるよ

うなモードになる。そして、このままの状態では充電を継続すると、充電制御部 200 に流れるバイパス電流が増加していき、定電流電源 102 が出力する電流の大半がバイパス電流として流れるようになる。そこで、このような状態になった場合、充電制御部 200 に流れるバイパス電流を減少させる。この状況を図 7 を参照して説明する。

図 6 A に示すような端子電圧を有する二次電池 50 が直列接続されている場合、各二次電池 50 に接続された各充電制御部 200 にバイパスする電流値は、図 7 A のようになる。すなわち、各セルのバイパス電流値は、二次電池 50-1 が I 、50-2 が $A + I$ 、 \dots 50-N が $G + I$ の値であり、端子電圧が高いほどバイパス電流が大きくなっている。この様な各二次電池 50 に接続された複数の充電制御部 200 におけるバイパス電流値は、通信線 110 を経由してマイクロコントローラ 101 に集められる。マイクロコントローラ 101 は、複数の充電制御部 200 に流れるバイパス電流の最小電流値 I を検知し、定電流電源 102 の出力電流設定値を最小電流分 I だけ減算し設定する。

これによって、定電流電源 102 の出力電流が前記最小電流値分 I だけ削減され、各セルに流れるバイパス電流は図 7 B に示すように二次電池 50-1 が 0、50-2 が A 、 \dots 50-N が G の値に低減する。この時、バイパス電流が最小であった充電制御部 200 に接続された二次電池 50 に流れる充電電流が全セル中で最大値であり、この電流が組電池 500 の充電に真に必要な電流であったので、本実施形態による充電装置では、自動的に充電に必要な電流に設定されることになる。このように、本充電装置では、充電電流の低減を自動的に行いつつ充電に必要なとされる充電電流を確保することができる。

組電池 500 を形成する各二次電池 50 の電池容量が概ね等しい場合には、概ね同時に定電流充電が終了し、定電圧充電動作時にも全ての充電制御部 200 に流れるバイパス電流は同等となり、最小電流分を定電流電源 102 の出力電流から減ずることで、充電制御部 200 に流れるバイパス電流は概ね 0 に近い値となる。一方、電池容量が少ない二次電池 50 が組電池 500 に混入すると、当該二次電池 50 は定電流充電が早めに終了し、他の二次電池 50 が定電流充電が終了するまでの間、当該二次電池に接続されている充電制御部 200 には徐々に増加

するバイパス電流が流れるようになる。このような場合、本充電装置が保有する、許容バイパス電流値を超えた際の充電制御部 200 の保護機能によって安全に充電を進行させることができる。すなわち、本装置では、上記のような場合、任意の充電制御部 200 において予め設定された許容バイパス電流値を超える電流分が検出されると、先のバイパス電流の最小値にかかわりなく、許容値を越えた電流を充電電源部 100 の出力電流から減じることができる。これによって、充電制御部 200 を保護し、本実施形態を適用した蓄電池システムの安全性を確保することができる。この場合、充電電流の低減によって充電時間は長くなる傾向にあるが、組電池 500 を形成する各二次電池 50 の電池電圧を所定の充電完了電圧に抑制した上で組電池 500 全体の充電を進めることができる。

ところで、フロート充電方式やトリクル充電方式で維持される二次電池では、それらの電池の維持に適した充電電圧が電池の正負極間に与えられ、電池の容量の維持に必要なフロート（トリクル）充電電流が流れる。このフロート（トリクル）充電電流は、電池の温度や使用年数に応じて次第に変わってくるが、上記の様な所定の電圧で維持することで、必要な充電電流を常に安定して流すことができる。

本充電装置の場合、電池の正負極間に所定の電圧を与えるものと異なる。しかし、各二次電池 50 に接続した、充電制御部 200 の機能によって上記と同様の効果を得ることができる。これは、本充電装置が、充電電源部 100 の出力電流の最低値を、フロート充電方式においてあらゆる条件で想定される電流値よりも大きく設定しておき各電池 50 の状態に対応して必要となる充電電流を電池本体に供給しつつ過剰の電流をバイパス回路に流すことによるものである。このように、本充電装置でも、従来のフロート（トリクル）充電装置で維持した際に組電池内の各二次電池に供給される充電電流を、各二次電池 50 に供給することができる。

上記の実施形態は、リチウムイオン二次電池について示したが、この発明はシール鉛蓄電池等、組電池として使用される他の種類の二次電池についても適用可能である。他の電池を使用する場合、充電完了電圧値の設定を、適用する蓄電池の特性に合わせて調整すればよい。また、バイパス電流についても二次電池容量

と充電制御部の容量を加味して設定すればよい。

本発明は、二次電池の組電池の両端に接続して使用される充電電源部と組電池を構成する各二次電池毎に接続される充電制御部によって構成される。本発明によれば、充電制御部は、二次電池の端子電圧が予め設定された電圧値に達した際、該二次電池に流れていた電流をバイパスさせ、充電電源部は、複数の充電制御部に流れるバイパス電流を検知し検知された電流に基づいて充電電流をコントロールするので、二次電池間のアンバランスを容易に解消することができる。また、この発明によれば、バイパス電流の内の最小の電流がほぼ「0」になるように前記充電電流出力部の出力電流を制御するので、充電制御部の小型化を実現することができ、各種電源の小型化に大きく貢献することが可能となる。

請求の範囲

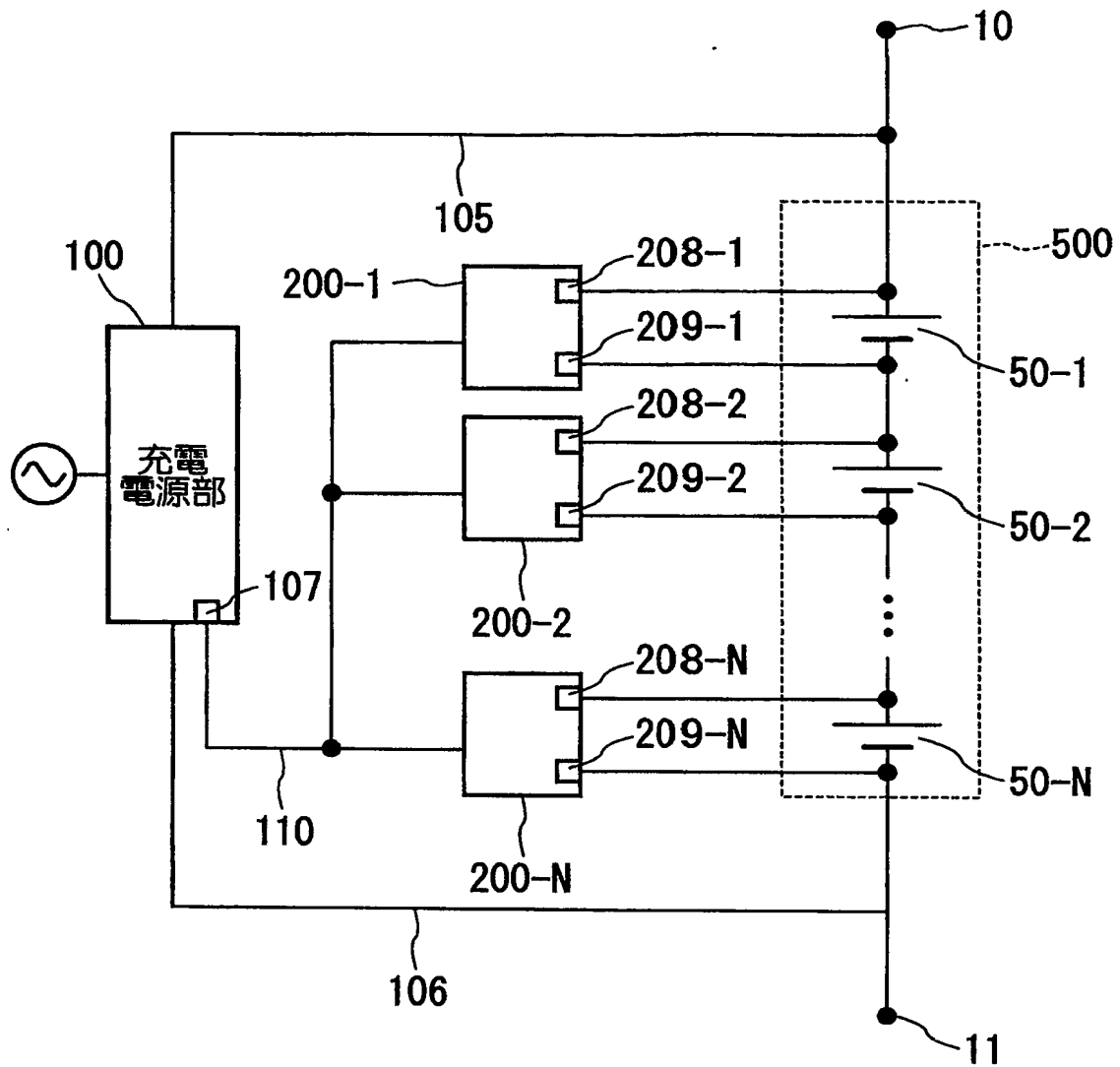
1. 充電装置であって、
複数の二次電池を直列接続した組電池と、
前記複数の二次電池を直列接続した組電池の両端へ充電電流を供給する充電電源部と、
前記複数の二次電池の各二次電池の両端に接続された複数の充電制御部と、を具備し、
前記充電電源部は、
前記組電池へ充電電流を出力する充電電流出力部と、
前記充電制御部からのバイパス電流の通知に基づいて前記充電電流出力部の電流を制御する制御手段と、を具備し、
前記複数の充電制御部の各々は、
前記二次電池の端子電圧が予め設定された電圧値に達した際、該二次電池に流れていた電流をバイパスさせる電流制御手段と、
前記充電電源部の制御手段へ前記バイパス電流を通知する通知手段と、を具備する。
2. 前記充電電流出力部は、定電流充電方式による電源である請求項 1 に記載の充電装置。
3. 前記制御手段は、前記複数の充電制御部から通知された複数のバイパス電流の内の最小の電流がほぼ「0」になるように前記充電電流出力部の出力電流を制御する請求項 1 に記載の充電装置。
4. 前記制御手段は、前記複数の充電制御部から通知された複数のバイパス電流が予め設定された許容バイパス電流値以上であった場合に、該複数のバイパス電流が該許容バイパス電流値以下となるように前記充電電流出力部の出力電流を制御する請求項 1 に記載の充電装置。

5. 前記通知手段は、前記バイパス電流と共に前記二次電池の両端電圧を前記充電電源部の前記制御手段へ通知し、前記制御手段は、前記二次電池の前記両端電圧が設定値よりも低い場合、前記充電電流出力部の出力電流を増加させる請求項 1 に記載の充電装置。

6. 前記電流制御手段は、充電開始時点において前記二次電池の両端電圧が所定電圧以上であった場合に、前記二次電池の前記両端電圧が該所定電圧まで低下するように前記二次電池を放電させる請求項 1 に記載の充電装置。

1/6

図 1



2/6

図 2

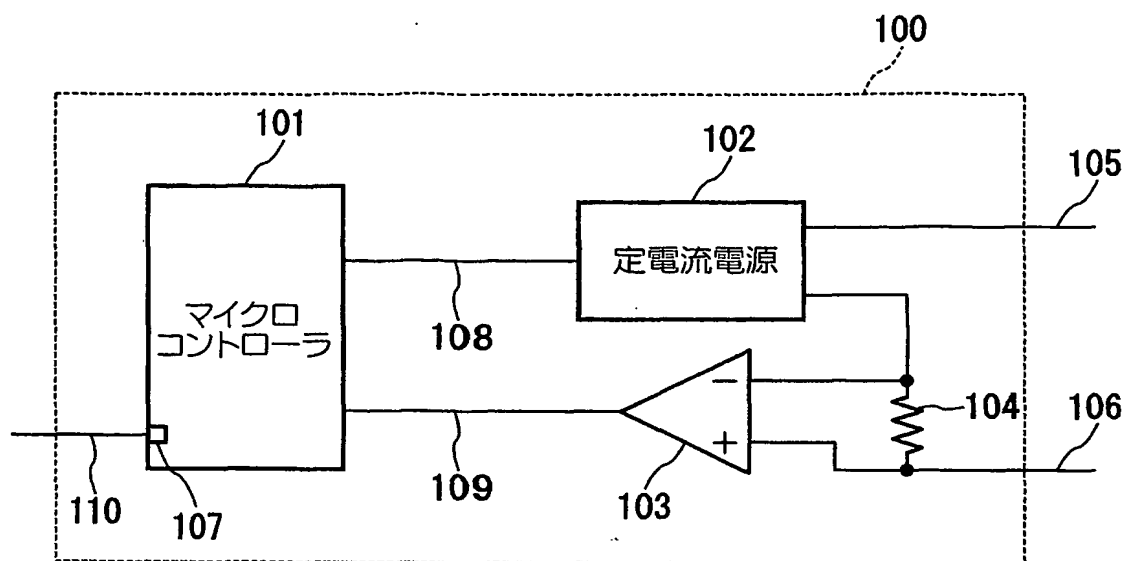


図 3

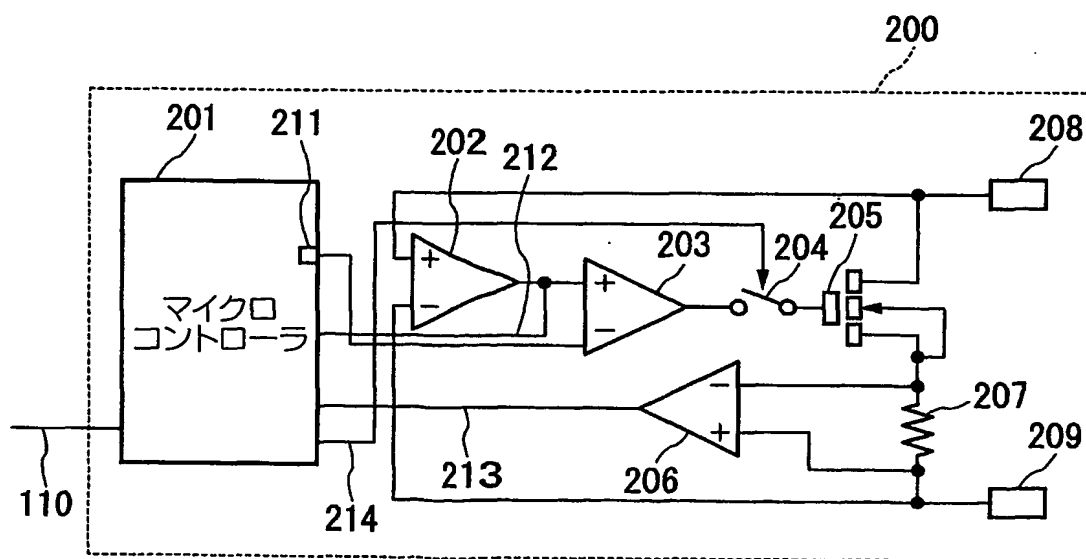


図 4

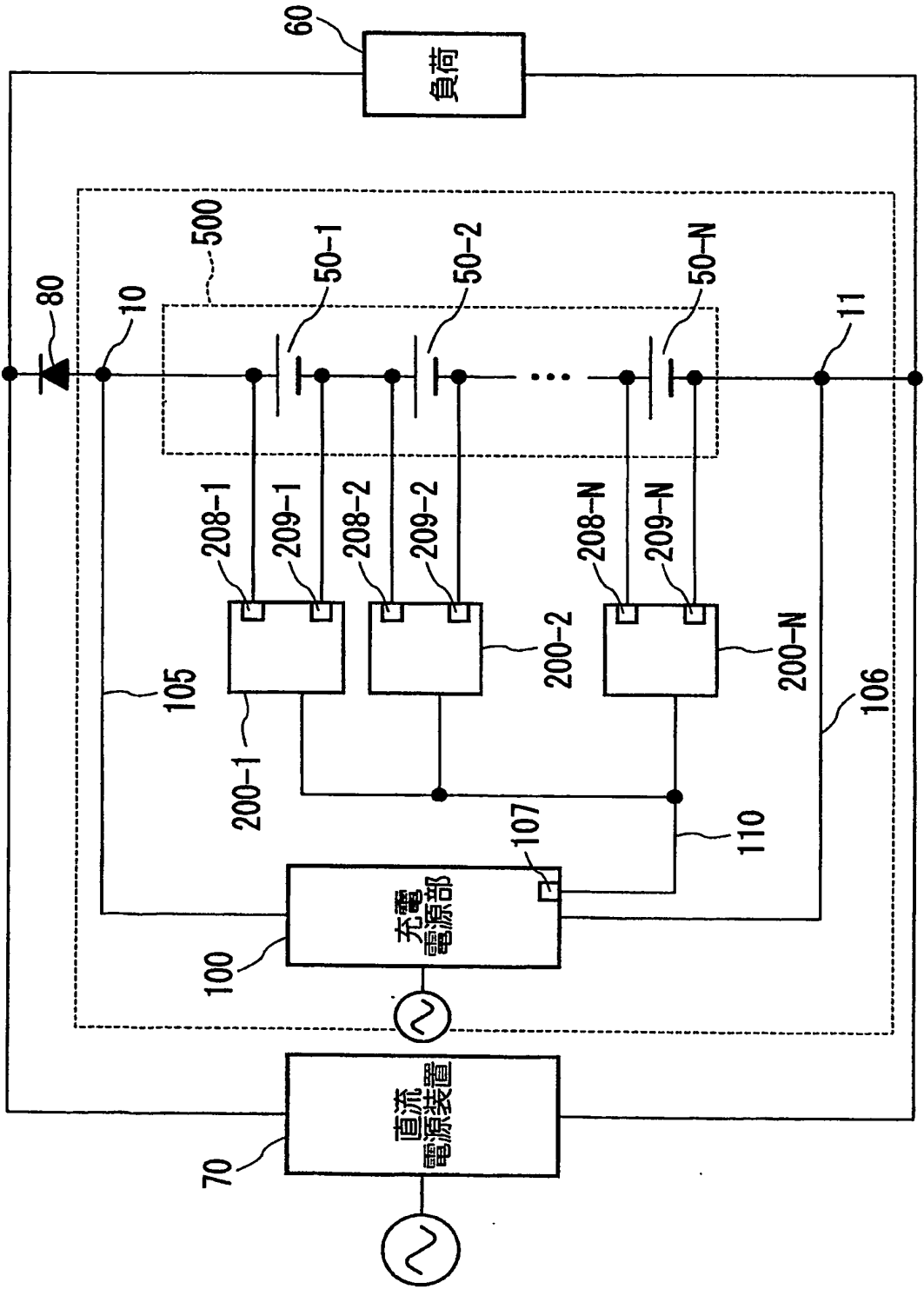
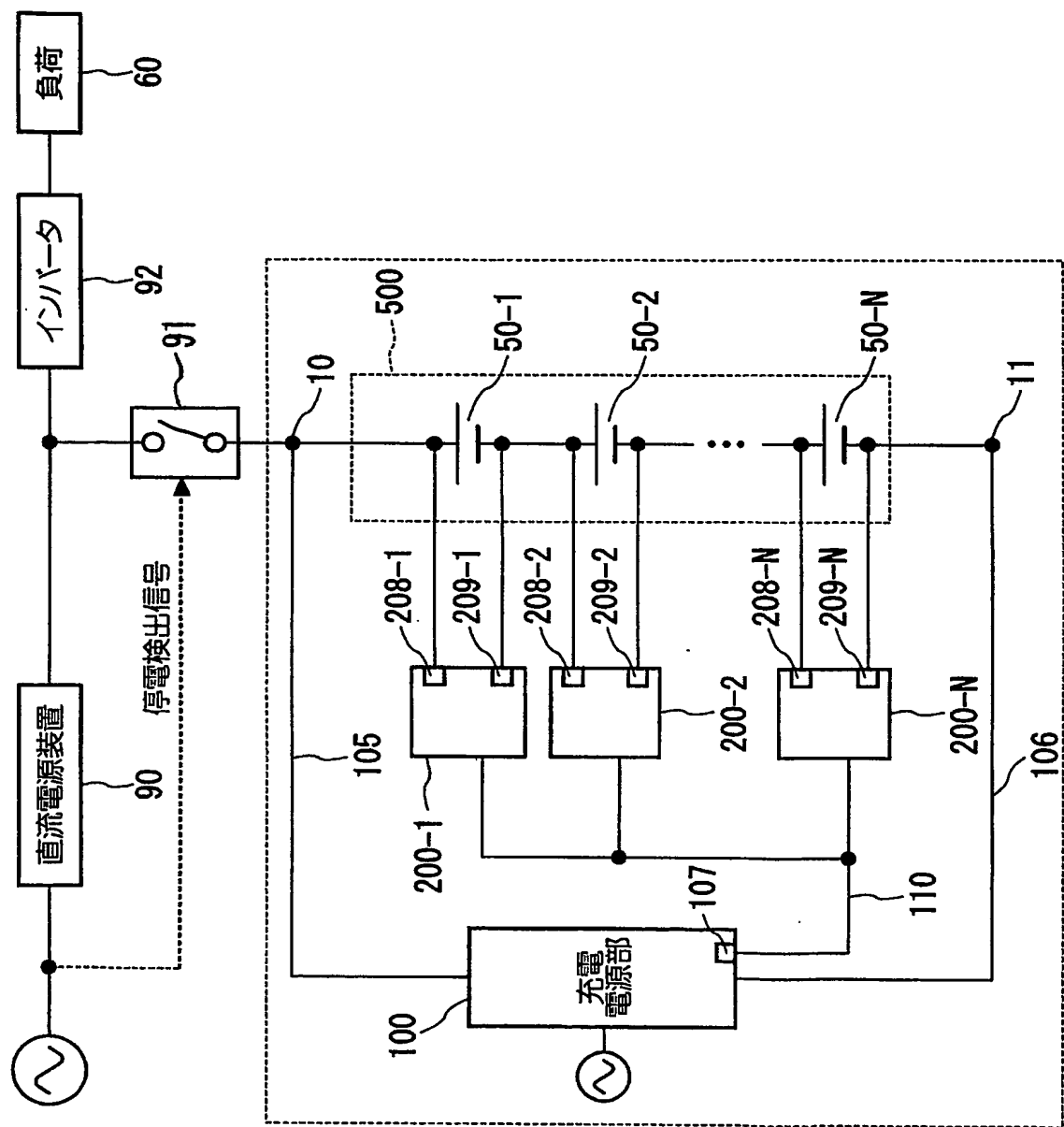


図 5



5/6

図 6 A

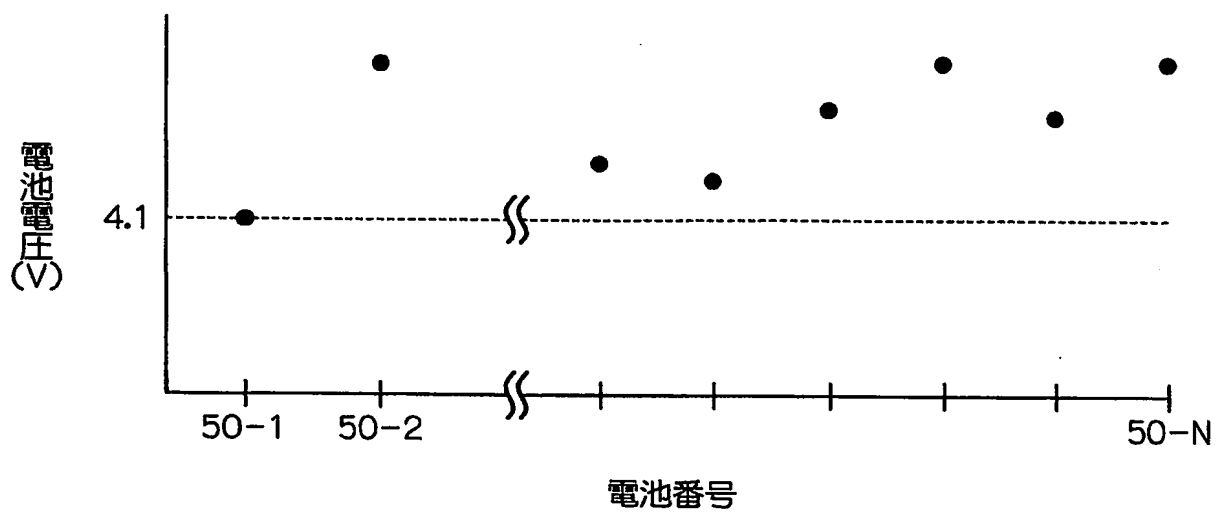
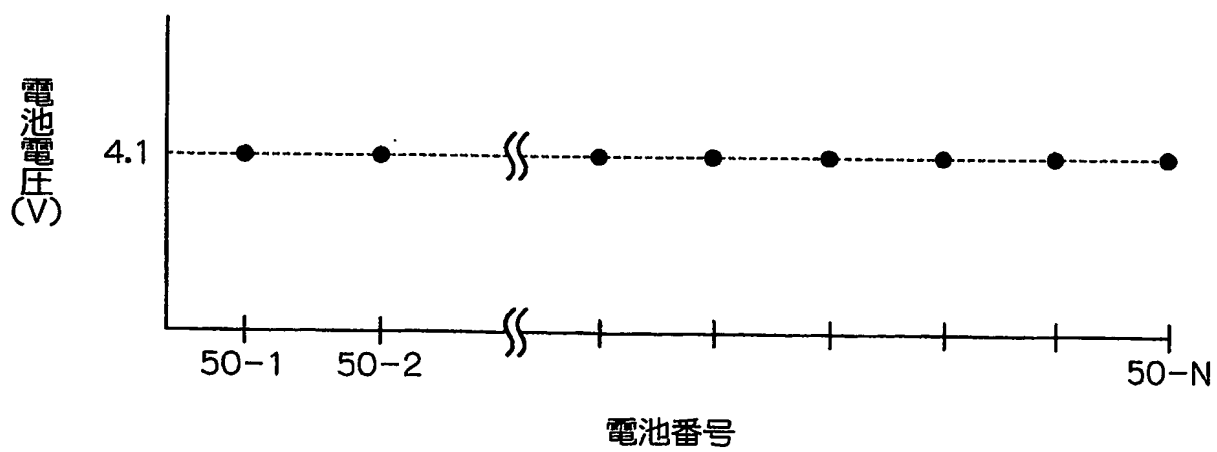


図 6 B



6/6

図 7 A

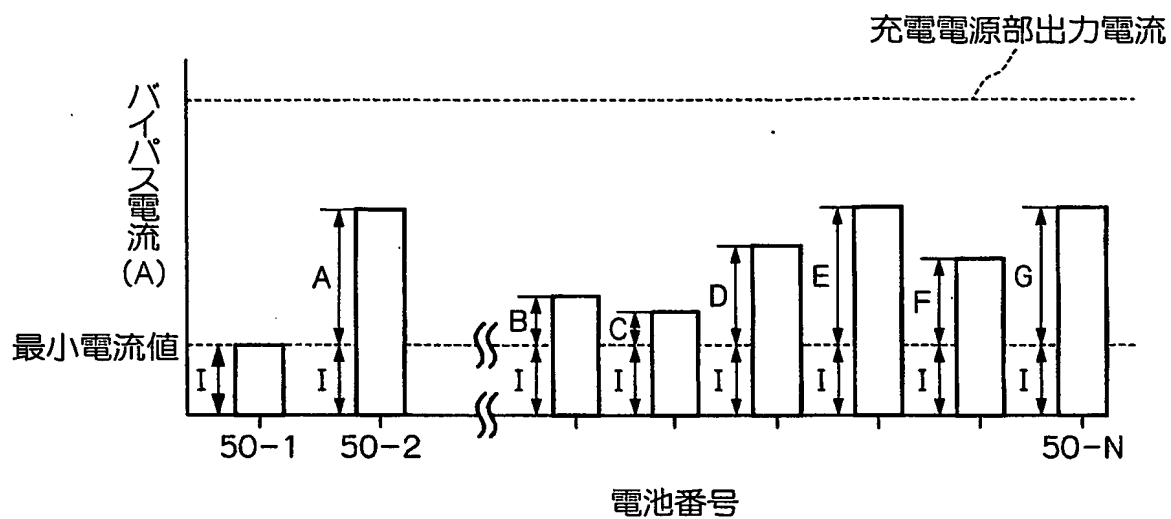


図 7 B

